

· 新型冠状病毒肺炎疫情防控 ·

北京市一起新型冠状病毒 Omicron 变异株聚集性疫情特征分析

孙亚敏¹ 刘锋¹ 蔡伟¹ 金丽娜¹ 郭黎¹ 蔡润² 史如晶² 刘方遥³ 江初⁴
富继业⁵ 潘阳⁶ 窦相峰⁶ 吴双胜⁶

¹北京市海淀区疾病预防控制中心传染病地方病控制科, 北京 100094; ²北京市海淀区疾病预防控制中心计划免疫科, 北京 100094; ³北京市海淀区疾病预防控制中心微生物检验科, 北京 100094; ⁴北京市海淀区疾病预防控制中心办公室, 北京 100094; ⁵北京市海淀区疾病预防控制中心业务办公室, 北京 100094; ⁶北京市疾病预防控制中心传染病地方病控制所, 北京 100013

通信作者: 吴双胜, Email: wushuangsheng0606@126.com

【摘要】目的 分析北京市海淀区一起新型冠状病毒肺炎聚集性疫情流行病学特征及传播链。**方法** 采用描述性流行病学方法分析疫情流行病学特征, 应用现场调查和大数据技术分析传播链。**结果** 2022 年 4 月 27 日至 5 月 13 日, 海淀区发生一起新型冠状病毒肺炎聚集性疫情, 全基因组测序系 Omicron 变异株(BA.2.2 进化分支); 涉及感染者 38 例, 确诊病例 34 例, 无症状感染者 4 例; 临床分型以轻型(88.2%)为主, 无重型、危重型和死亡病例; 早期临床症状以咽部不适(50.0%)、咳嗽(29.4%)为主; 17 d 内传播 7 代, 涉及 3 起社区聚集、2 起单位聚集和 8 个家庭内传播; 暴露方式以同住(47.6%)、同时空暴露(31.6%)为主; 代间距 $M(Q_1, Q_3)$ 为 3(1, 6)d; 总续发率为 1.5%(37/2 482), 其中家庭续发率为 36.7%(18/49)。**结论** 本起 Omicron 变异株疫情临床症状轻, 家庭、社区聚集性明显, 疫情传播速度较快, 同时空暴露感染风险较高, 需利用信息化技术全面摸排密切接触者, 以快制快, 有效阻断疫情传播。

【关键词】 新型冠状病毒肺炎; Omicron 变异株; 聚集性疫情; 续发率

基金项目: 北京市科技计划(Z211100000221019); 首都卫生发展科研专项(2022-1G-3014); 高层次公共卫生技术人才建设项目(2022-01-004); 北京市优秀人才培养资助项目(2018000021469G297)

Epidemiological characteristics of an epidemic of 2019-nCoV Omicron variant infection in Beijing

Sun Yamin¹, Liu Feng¹, Cai Wei¹, Jin Lina¹, Guo Li¹, Cai Run², Shi Rujing², Liu Fangyao³, Jiang Chu⁴, Fu Jiye⁵, Pan Yang⁶, Dou Xiangfeng⁶, Wu Shuangsheng⁶

¹Department of Infectious Diseases and Endemic Disease Control, Beijing Haidian District Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100094, China; ²Department of Immunization Program, Beijing Haidian District Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100094, China; ³Department of Microbiology, Beijing Haidian District Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100094, China; ⁴General Office, Beijing Haidian District Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100094, China; ⁵Business Office, Beijing Haidian District Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100094, China; ⁶Institute of Infectious Diseases and Endemic Disease Control, Beijing Center for Disease Prevention and Control, Beijing 100013, China

DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20220901-00753

收稿日期 2022-09-01 本文编辑 张婧

引用格式: 孙亚敏, 刘锋, 蔡伟, 等. 北京市一起新型冠状病毒 Omicron 变异株聚集性疫情特征分析[J]. 中华流行病学杂志, 2022, 43(12): 1881-1886. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20220901-00753.

Sun YM, Liu F, Cai W, et al. Epidemiological characteristics of an epidemic of 2019-nCoV Omicron variant infection in Beijing[J]. Chin J Epidemiol, 2022, 43(12):1881-1886. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20220901-00753.



Corresponding author: Wu Shuangsheng, Email:wushuangsheng0606@126.com

【 Abstract 】 Objective To analyze the epidemiological characteristics and transmission chain of an epidemic of COVID-19 in Haidian district, Beijing. **Methods** Descriptive epidemiological method was used to analyze the epidemiological characteristics of the epidemic, and field investigation and big data technology were used to analyze the transmission chain of the epidemic. **Results** From April 27 to May 13, 2022, an epidemic of COVID-19 occurred in Haidian district. The strains isolated from the cases were identified by whole genome sequencing as Omicron variant (BA.2.2 evolutionary branch). A total of 38 infection cases were detected, including 34 confirmed cases and 4 asymptomatic cases. Most cases were mild ones (88.2%), no severe, critical or death cases occurred. The early clinical symptoms were mainly sore throat (50.0%) and cough (29.4%). The epidemic lasted for 17 days, resulting in 7 generations of the cases and involving 3 community transmissions, 2 working place transmissions and 8 family transmissions; the main infection routes were co-residence (47.6%) and co-space exposure (31.6%). The intergenerational interval $M(Q_1, Q_3)$ was 3 (1, 6) days. The overall secondary attack rate was 1.5% (37/2 482), and the family secondary attack rate was 36.7% (18/49). **Conclusions** The cases in this COVID-19 epidemic caused by Omicron variant had mild clinical symptoms, but the case clustering in families and communities was obvious, the transmission was rapid, and the risk for co-space exposure was high. It is necessary to use information technology to identify close contacts in the local population for the rapid and effective blocking of the epidemic spread.

【 Key words 】 COVID-19; Omicron variant; Cluster epidemic; Secondary attack rate

Fund programs: Beijing Science and Technology Plan Project (Z21110000221019); Capital's Funds for Health Improvement and Research (2022-1G-3014); High Level Public Health Technical Talents Construction Project (2022-01-004); Beijing Excellent Talents Training Fund (2018000021469G297)

新型冠状病毒(新冠病毒)变异株在世界不同地区不断出现,是当前重大公共卫生威胁。Omicron(B.1.1.529)被WHO列为继Alpha(B.1.1.7)、Beta(B.1.351)、Gamma(P.1)、Delta(B.1.617.2)之后的第五个关切变异株(variants of concern, VOC)^[1]。Omicron变异株自2021年11月在南非首次报道后^[2],迅速取代其他VOC成为全球优势流行株^[3],并不断进化出病毒亚型和重组子代。全球共享流感数据倡议组织(GISAID)7月初的监测数据显示,在全球范围内Omicron变异株及其亚型占流行株的99%以上;2022年3-6月Omicron变异株BA.2亚型为全球优势毒株^[4]。Omicron变异株有大量基因组突变^[5],与既往毒株相比,Omicron变异株具有传播力强、传播速度快、免疫逃逸等特点,对新型冠状病毒肺炎(COVID-19)疫情防控提出了新挑战。

全球Omicron变异株疫情呈现大流行态势,我国疫情防控压力持续上升。Omicron变异株于2021年12月首次输入我国^[6],吉林省、上海市等地相继发生Omicron变异株聚集疫情^[7],并持续在我国各地引起本土疫情。北京市自2022年1月报告首例Omicron变异株感染病例以来^[8],已发生多起Omicron变异株聚集性疫情,其中4月底至6月底发生的疫情报告病例数多、波及范围广、持续时间长,海淀区受此轮疫情影响较大,短期内通过多条传播

链引发多代传播。本研究对海淀区此轮Omicron变异株聚集性疫情的流行特征、暴露方式、传播链进行分析,旨在为今后Omicron变异株聚集性疫情处置提供参考依据。

对象与方法

1. 研究对象:2022年4月27日至5月13日北京市海淀区一起COVID-19聚集性疫情涉及的新冠病毒感染者和密切接触者(密接)。

2. 研究方法:

(1)病例调查:采用现场流行病学调查(流调)、电话流调开展个案调查和聚集性疫情调查,收集感染者的基本信息、发病情况、临床症状等信息;利用信息技术手段核查感染者发病/阳性标本采样前4 d至隔离管控前的活动轨迹。

(2)密接调查:采用流调、视频监控、扫码/支付记录等手段核查风险点位,根据北京市疫情处置方案,判定感染者发病/阳性标本采样前4 d至隔离管控前,与其有近距离接触但未采取有效防护的人员为密接;并判定感染者到达至离开后3 h内到访同一密闭场所、无直接接触的人员为同时空密接,尤其是人均面积在1.5 m²以下、通风不良、空间狭小的密闭场所,如电梯、小餐馆、公共卫生间、棋牌

室等(包括同单元密接),主要依靠大数据技术进行判定;按照暴露方式和感染风险重点调查同住、同餐、同工作、同娱乐、同乘(五同密接)和同时空密接,收集基本信息、暴露方式、接触时长、首末次暴露日期、个人防护等信息,并对密接及风险点位环境进行采样检测。

(3)感染来源调查:利用信息技术手段核查感染者发病/阳性标本采样前 14 d 至隔离管控前的活动轨迹,通过流调、病毒全基因组测序、活动轨迹比对等方法,结合外环境核酸检测结果,综合考虑发病时间、潜伏期、暴露方式、接触时长、暴露场所等信息,明确感染来源和传播链。

(4)实验室检测:①采用实时荧光 RT-PCR 方法对人员鼻咽/口咽拭子、风险点位环境标本进行新冠病毒核酸双试剂检测,主要针对新冠病毒基因组中开放读码框 1ab 和核壳蛋白 N 进行;②由北京市 CDC 应用全基因组测序技术对阳性标本进行测序和序列比对。实验室检测流程和结果判定依据《新型冠状病毒肺炎防控方案(第八版)》^[9]。

3. 相关定义:聚集性疫情、确诊病例、无症状感染者、密接等定义参照《新型冠状病毒肺炎防控方案(第八版)》^[9];五同密接、风险点位等参考《北京市新冠病毒肺炎流行病学调查人员培训指南》(内部资料)。①聚集性疫情:指 14 d 内在学校、居民小区、工厂、自然村、医疗机构等范围内发现 ≥ 5 例感染者;②大数据技术:通过多种多部门信息技术、北京健康宝扫码记录、微信/支付宝等支付记录获取感染者活动轨迹、风险人群信息的技术;③五同密接:与感染者共同居住(同住)、同办公室工作(同工作)、聚餐(同餐)、娱乐(同娱乐)、同乘交通工具(同乘)的人员;④风险点位:感染者发病/阳性标本采样前 4 d 至隔离管控前到访的场所;⑤代间距:选择发病时间明确、暴露史明确的确诊病例进行计算,代间距=续发病例发病日期-上代病例发病日期,用 $M(Q_1, Q_3)$ 描述;⑥续发率:一个最长潜伏期内被传染而发病的密接人数占比,续发率(%)=续发数/密接数 $\times 100\%$ 。

4. 统计学分析:使用 Excel 2016 软件建立数据库和绘图,SPSS 22.0 软件进行统计学分析;计量资料(均为非正态分布)用 $M(Q_1, Q_3)$ 进行描述;计数资料用频数、构成比或率进行描述,用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法进行比较;以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 疫情特征:2022 年 4 月 27 日至 5 月 13 日北京市海淀区共报告感染者 38 例,首发病例于 4 月 23 日发病,末例病例于 5 月 12 日发病。确诊病例 34 例,无症状感染者 4 例,确诊病例均为轻型(30 例, 88.2%)、普通型(4 例, 11.8%),无重型、危重型病例,无死亡病例;疫情持续 17 d,传播 7 代病例,导致 3 起社区聚集、2 起单位聚集和 8 个家庭内传播;暴露方式以同住(47.6%)、同时空暴露(31.6%)为主,同工作、同餐、同乘分别为 15.8%、2.6%、2.6%;社会面人员检出 9 例(23.7%),管控人员检出 29 例(76.3%)。男女性别比为 1.1:1(20:18);年龄范围为 6~78 岁, $M(Q_1, Q_3)$ 为 48.0(31.5, 55.8) 岁;职业以干部职员(36.8%)、离退休人员(23.7%)为主,医务人员 1 例。

2. 临床症状:34 例确诊病例中,早期临床表现以咽部不适(50.0%)、咳嗽(29.4%)为主,乏力(11.8%)、发热(8.8%)、头痛(8.8%)、流涕(8.8%)、鼻塞(2.9%)等症状较少,未报告嗅觉味觉丧失或减退、结膜炎、肌肉痛、腹泻等症状。

3. 感染来源分析:首发病例 1 于 4 月 21、23 日 2 次到访暴发 COVID-19 疫情的 F 区 A 村,每次逗留约 1 h;23 日出现鼻塞、头痛、咳嗽等症状,未就诊;因 A 村出现多例感染者, F 区对 4 月 19~25 日到访 A 村的人员进行摸排,并通过北京健康宝进行风险提示和防疫要求告知;病例 1 于 25 日收到北京健康宝风险提示,但未向社区工作人员如实承认曾到访 A 村,未落实居家隔离的防疫要求,于 4 月 27 日在全区核酸筛查中检出核酸阳性。

经活动轨迹核查,病例 1 曾到访 F 区 A 村,与多例感染者同时空暴露而感染;首发病例通过同住、同时空暴露引发了家庭、社区、到访地的续发疫情,到访地被感染者进而通过同住、同工作、同时空暴露等方式进一步扩散疫情。对 27 例感染者的新冠病毒序列进行全基因组测序,结果显示均为 Omicron 变异株(BA.2.2 进化分支),且与 A 村感染者基因序列高度同源,为同一传播链。

4. 传播链分析:此次疫情涉及 6 条传播支链。见图 1。

(1)首发病例家庭:病例 2、3 为病例 1 家人,经同住感染。

(2)同单元:该单元共 144 户 402 人,于 4 月

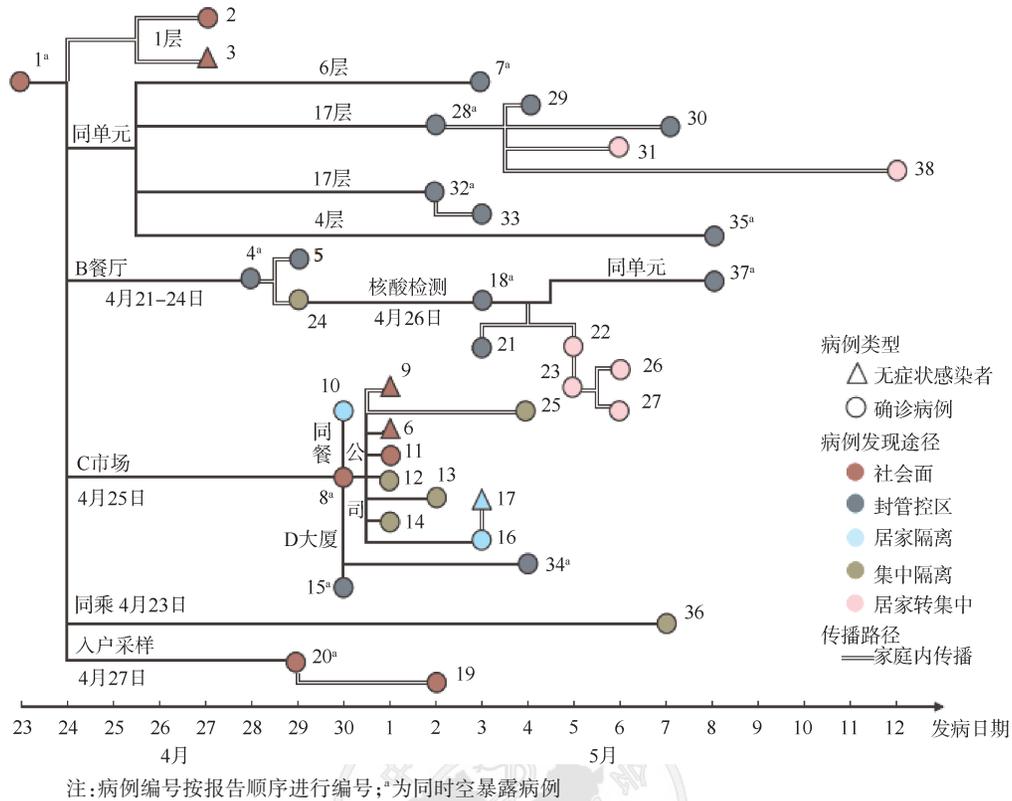


图1 北京市海淀区一起 Omicron 变异株聚集性疫情传播链示意图

27日封控管理,住户足不出户、服务上门,其中4户9人被感染,罹患率2.2%;单元公共区域外环境核酸检测为阴性,病例1与其他病例无直接接触,结合发病时间和暴露方式分析,病例7、28、32、35主要与病例1在电梯、楼道等狭小、通风不良公共区域同时空暴露,考虑经说话等产生的气溶胶感染,进而传染了家人(病例29~31、33、38)。

(3)B餐厅相关:①病例1于4月21~24日4次在B餐厅点外卖,病例4为该餐厅打包员;病例5于4月25日入职,病例24为餐厅经理,偶尔去前厅帮忙,均与病例4共同居住,考虑暴露方式和接触时长,病例5、24主要与病例4同住被感染;②病例18曾与病例24在同一核酸采样点采样,经核查活动轨迹、采样记录和视频监控,两人采样时间间隔16s,不认识且无交谈等直接接触,分析病例24因与病例18前后排队经说话、张口采样等产生的气溶胶感染;③病例18继而传染了家庭内所有成员(病例21~23、26、27)和同单元住户(病例37);病例18居住单元公共区域外环境核酸检测为阴性,经查看视频监控,分析病例37因与病例18同乘电梯经气溶胶感染。

(4)C市场相关:①病例1于4月25日到访C市场,经核查活动轨迹和视频监控,病例1离开约

1min后病例8到达该市场,该市场外环境核酸检测为阴性且未核查到病例8其他感染来源,分析病例8因同时空暴露经气溶胶感染;病例8进入市场时未按要求扫码,4月30日在第三轮全员筛查中检出核酸阳性;②病例8的公司位于D大厦(商住两用),通过同工作、同时空暴露等方式感染了同事(病例6、11~14、16)和D大厦住户(病例15、34);大厦公共区域外环境核酸检测为阴性,分析大厦住户主要因在电梯、楼道等狭小、通风不良公共区域与病例8同时空暴露,考虑经说话等产生的气溶胶感染;③病例8另因同住、同餐传染了家人(病例9、25)和朋友(病例10)。

(5)病例36于4月23日搭乘病例1私家车,经同乘感染。

(6)病例20为医务工作者,于4月27日在病例1、2家中着二级防护进行环境采样,不排除职业暴露感染。

5. 代间距:共传播7代病例,2~7代病例分别为10、19、2、3、1和2例;单源暴露病例33例,代间距 $M(Q_1, Q_3)$ 为3(1,6)d。

6. 续发率:共判定密接2482人,总续发率1.5%(37/2482),家庭续发率36.7%(18/49);其中五同密接续发率6.5%(26/402),同时空密接续发率

0.5% (11/2 080)。

讨 论

北京市自 2022 年 1 月报告首例 Omicron 变异株感染病例后,截至 2022 年 6 月底,共发生 6 起 COVID-19 关联性聚集疫情,全基因组测序结果显示,其中 5 起由 Omicron 变异株引起,以 BA.2 亚型为主,以 4 月底至 6 月底发生的疫情对海淀区影响最大。与 2020 年初以互相独立的小规模家庭聚集为主要特点的早期 COVID-19 疫情相比,此次疫情点多、面广,历时 17 d,传播 7 代、38 例感染者,主要通过同住、同工作、同时空暴露等方式在家庭、社区、到访场所、单位造成多代传播。

与国内和本区早期疫情相比,本次疫情感染者以轻型为主,未出现重型、危重型和死亡病例,临床症状以咽部不适、咳嗽为主,发热占比较少,未出现嗅觉味觉丧失或减退。与中国上海市^[10]、天津市^[11]对初期 Omicron 变异株感染者临床特征的分析结果,以及美国 CDC^[12]和挪威 Brandal 等^[13]对 Omicron 变异株感染者临床特点分析结果基本一致。多个国家研究均表明,Omicron 变异株主要攻击上呼吸道,其在人体肺部的感染显著低于新冠病毒原始毒株及其他变异株^[13-15],尽管疾病严重程度受多种因素影响,但是 Omicron 变异株在人体肺部组织的低复制能力解释了 Omicron 变异株感染者严重程度减轻的原因^[16]。Omicron 变异株感染者的主要临床症状轻且很难与急性上呼吸道感染、流行性感冒等常见呼吸道疾病鉴别,容易造成漏诊和过度防控,增加了疫情防控的难度。

“钻石公主号”^[17]和美国斯卡吉特山谷合唱团传播事件^[18]提示新冠病毒可通过气溶胶传播。研究表明,新冠病毒在气溶胶中可存活 3 h^[19],提示在病例离开密闭空间后至 3 h 内到访的非直接接触人员可被感染;因此,北京市明确了同时空密接的定义和判定原则。本次疫情中,病例 1、8 的同单元住户和病例 18 工作单位同大厦住户,主要经与上代病例在电梯、楼道等狭小、通风不良公共区域同时空暴露经气溶胶传播而感染;另有研究表明,气溶胶传播距离远超过飞沫传播的 1~2 m,甚至可达 8 m^[20];本次疫情中,病例 1、8、18 与上代病例无直接接触,提示在人员密集的室外或较大空间室内场所仍有因同时空暴露经气溶胶感染的风险。

英国卫生安全部发布的新冠病毒变异株技术

简报指出,密接在家庭内、外被 Omicron 变异株感染的风险均高于 Delta 变异株^[21];中国香港地区的一项研究表明,Omicron 变异株在人体支气管中有较高的复制能力,繁殖速度比 Delta 变异株、原始毒株快 70 倍,导致在呼吸或说话时释放更多的病毒,从而增加了通过空气传播途径的风险^[16]。魏孔福等^[22]对甘肃省 Delta 变异株流行特征分析结果表明,与感染者在同一时间和空间停留超过 10 min 的人员发病占比为 44.52%;本次疫情同时空暴露占比较高(31.6%),仅次于同住的暴露方式(47.6%);提示除了排查五等重点密接外,不可忽视同时空暴露的感染风险。

密接尤其是同时空密接主要依靠视频监控、扫码/支付记录等大数据技术进行排查,难度较大。尽管北京市实施了公共场所扫码、风险人员北京健康宝提示等措施,但个体责任的不履行造成了疫情防控盲区,增加了风险人员排查和疫情溯源的难度。本次疫情病例 1、8 未按要求落实风险暴露后居家隔离、公共场所扫码的防疫政策,造成疫情传播风险。因此,切实履行个体责任是快速阻断疫情传播、实现“动态清零”目标至关重要的一环。

本次疫情代间距 $M(Q_1, Q_3)$ 为 3(1, 6)d,明显短于 Li 等^[23]对我国早期疫情回顾性研究数据 7.5 (95%CI: 5.3~19.0) d;与英国^[24]和韩国^[25]对 Omicron 变异株数据分析结果一致,代间距分别为 3.27(95%CI: 3.09~3.46)d 和 2.8(95%CI: 1.0~7.0)d。本次疫情短期内传播 7 代、38 例感染者,代间距明显缩短,提示 Omicron 变异株传播速度加快,人群传播阻断难度大,需进一步提速疫情处置、以快制快有效阻断疫情传播。

尽管 Omicron 变异株感染者临床症状较轻,疾病重症率及病死率较低,但 Omicron 变异株传播力强、传播速度快,易引发家庭、社区、单位聚集性疫情,同时空暴露存在一定感染风险。因此,在疫情防控部门提高应急响应能力、加强疫情处置力度的同时,广大群众需强化疫情防控意识、切实履行个体责任,只有群防群策、全社会共同努力,才能以最小的代价实现“动态清零”的目标。

本研究存在局限性。本次聚集性疫情涉及感染者共 38 例,符合代间距计算的病例仅 33 例,样本量较少,对代间距的计算可能存在影响,对代间距的研究需要更丰富的数据进一步进行分析。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 孙亚敏:数据整理、数据分析、论文撰写;刘锋、蔡

伟、金丽娜、郭黎、蔡润、史如晶:实施研究、收集数据、解释数据;刘方遥、潘阳:实验室检测;江初:研究指导、技术支持;富继业、窦相峰、吴双胜:研究指导、论文修改、对文章的知识性内容作批评性审阅

参 考 文 献

- [1] WHO. Tracking SARS-CoV-2 variants[EB/OL]. (2021-12-06) [2022-08-03]. <https://www.who.int/en/activities/tracking-SARS-CoV-2-variants/>.
- [2] WHO. Classification of Omicron(B. 1.1.529): SARS-CoV-2 variant of concern[EB/OL]. (2021-11-26) [2022-08-03]. [https://www.who.int/news/item/26-11-2021-classification-of-omicron-\(b.1.1.529\)-sars-cov-2-variant-of-concern](https://www.who.int/news/item/26-11-2021-classification-of-omicron-(b.1.1.529)-sars-cov-2-variant-of-concern).
- [3] GISAID. Tracking of Variants[EB/OL]. (2022-08-03) [2022-08-03]. <https://gisaid.org/hcov19-variants/>.
- [4] WHO. Weekly epidemiological update on COVID-19-6 July 2022[EB/OL]. (2021-06-01) [2022-08-03]. <https://www.who.int/publications/m/item/weekly-epidemiological-update-on-covid-19-1-june-2022>.
- [5] Pascarella S, Ciccozzi M, Bianchi M, et al. The electrostatic potential of the Omicron variant spike is higher than in Delta and Delta plus-variants: A hint to higher transmissibility? [J]. *J Med Virol*, 2022, 94(4): 1277-1280. DOI:10.1002/jmv.27528.
- [6] 天津市卫生健康委员会. 天津从入境人员中检出新冠病毒奥密克戎变异株, 为中国内地首次检出[EB/OL]. (2021-12-14) [2022-08-03]. https://wsjk.tj.gov.cn/ZTZL1/ZTZL750/YQFKZL9424/FKDT1207/202112/t20211214_5749144.html.
- [7] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 国务院联防联控机制 2022 年 4 月 1 日新闻发布会文字实录[EB/OL]. (2022-04-01) [2022-07-02]. http://www.nhc.gov.cn/xcs/fkdt/202204/ddca56754_d524ccf8_d4a3c3_d1834772b.shtml.
- [8] Zhang DT, Wu SS, Ren ZY, et al. A Local Cluster of Omicron Variant COVID-19 Likely Caused by Internationally Mailed Document-Beijing Municipality, China, January 2022[J]. *China CDC Weekly*, 2022, 4(14): 302-304. DOI: 10.46234/ccdcw2022.031.
- [9] 国务院应对新型冠状病毒肺炎疫情联防联控机制综合组. 新型冠状病毒肺炎防控方案(第八版)[EB/OL]. (2021-05-14) [2022-05-15]. <http://www.nhc.gov.cn/jkj/s3577/202105/6f1e8ec6c4a540d99fafef52fc86d0f8.shtml>.
- [10] 徐湘茹, 孙鼎, 曹敏, 等. 上海市 4 264 例无症状及轻型新冠病毒感染者临床特征及预后转归分析[J]. *中华危重病急救医学*, 2022, 34(5): 449-453. DOI:10.3760/cma.j.cn121430-20220516-00490. Xu XR, Sun D, Cao M, et al. Analysis of clinical characteristics and prognosis of 4 264 patients with asymptomatic and mild novel coronavirus infections in Shanghai[J]. *Chin Crit Care Med*, 2022, 34(5): 449-453. DOI:10.3760/cma.j.cn121430-20220516-00490.
- [11] 冯全胜, 王志勇, 于洪志, 等. 362 例是否接种新冠疫苗的奥密克戎变异株感染患者临床特征分析[J]. *中华危重病急救医学*, 2022, 34(5): 459-464. DOI:10.3760/cma.j.cn121430-20220223-00167. Feng QS, Wang ZY, Yu HZ, et al. Analysis of clinical characteristics of 362 vaccinated or unvaccinated patients infected by novel coronavirus Omicron variant[J]. *Chin Crit Care Med*, 2022, 34(5): 459-464. DOI:10.3760/cma.j.cn121430-20220223-00167.
- [12] Center for Disease Control and Prevention. COVID-19 Response Team. SARS-CoV-2 B. 1.1.529 (Omicron) Variant-United States, December 1-8, 2021[J]. *Morb Mortal Wkly Rep*, 2021, 70(50): 1731-1734. DOI: 10.15585/mmwr.mm7050e1.
- [13] Brandal LT, MacDonald E, Veneti L, et al. Outbreak caused by the SARS-CoV-2 Omicron variant in Norway, November to December 2021[J]. *Euro Surveill*, 2021, 26(50): 2101147. DOI:10.2807/1560-7917.ES.2021.26.50.2101147.
- [14] Abdelnabi R, Foo SY, Zhang X, et al. The omicron (B. 1.1.529) SARS-CoV-2 variant of concern does not readily infect Syrian hamsters[J]. *Antivir Res*, 2022, 198: 105253. DOI:10.1101/2021.12.24.474086.
- [15] Kozlov M. Omicron's feeble attack on the lungs could make it less dangerous [J]. *Nature*, 2022, 601 (7892): 177. DOI:10.1038/d41586-022-00007-8.
- [16] Hui KPY, Ho JCW, Cheung MC, et al. SARS-CoV-2 Omicron variant replication in human bronchus and lung ex vivo [J]. *Nature*, 2022, 603 (7902): 715-720. DOI: 10.1038/s41586-022-04479-6/.
- [17] Azimi P, Keshavarz Z, Laurent JG, et al. Mechanistic transmission modeling of COVID-19 on the Diamond Princess cruise ship demonstrates the importance of aerosol transmission[J]. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2021, 118(8): e2015482118. DOI:10.1073/pnas.2015482118.
- [18] Miller SL, Nazaroff WW, Jimenez JL, et al. Transmission of SARS-CoV-2 by inhalation of respiratory aerosol in the Skagit Valley Chorale superspreading event[J]. *Indoor Air*, 2021, 31(2): 314-323. DOI:10.1111/ina.12751.
- [19] van Doremalen N, Bushmaker T, Morris DH, et al. Aerosol and surface stability of SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1[J]. *N Engl J Med*, 2020, 382(16): 1564-1567. DOI:10.1056/NEJMc2004973.
- [20] Bahl P, Doolan C, de Silva C, et al. Airborne or droplet precautions for health workers treating coronavirus disease 2019? [J]. *J Infect Dis*, 2020, 225: 1561-1568. DOI: 10.1093/infdis/jiaa189.
- [21] UK Health Security Agency. SARS-CoV-2 variants of concern and variants under investigation in England: Technical briefing 33, 23 December 2021[EB/OL]. (2021-12-23) [2022-07-15]. <https://www.gov.uk/government/publications/investigation-of-sars-cov-2-variants-technical-briefings>.
- [22] 魏孔福, 李慧, 张晓曙, 等. 甘肃省新型冠状病毒 Delta 变异株流行特征分析[J]. *中华流行病学杂志*, 2022, 43(6): 835-840. DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20220221-00142. Wei KF, Li H, Zhang XS, et al. Epidemiological characteristics of 2019-nCoV Delta variant in Gansu province[J]. *Chin J Epidemiol*, 2022, 43(6): 835-840. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20220221-00142.
- [23] Li Q, Guan XH, Wu P, et al. Early transmission dynamics in Wuhan, China, of novel coronavirus-infected Pneumonia [J]. *N Engl J Med*, 2020, 382(13): 1199-1207. DOI:10.1056/NEJMoa2001316.
- [24] UK Health Security Agency. SARS-CoV-2 variants of concern and variants under investigation in England: Technical briefing 36, 11 February 2022[EB/OL]. (2022-02-11) [2022-08-03]. <https://www.gov.uk/government/publications/investigation-of-sars-cov-2-variants-technical-briefings>.
- [25] Lee JJ, Choe YJ, Jeong H, et al. Importation and transmission of SARS-CoV-2 B.1.1.529 (Omicron) variant of concern in Korea, November 2021[J]. *J Korean Med Sci*, 2021, 36(50): e346. DOI:10.3346/jkms.2021.36.e346.